

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 8 日
Date of Application:

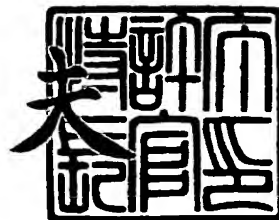
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 4 5 8 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 4 5 8 1]

出 願 人 株 式 会 社 デ ン ソ ー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 PNID4264

【提出日】 平成15年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 木村 禎祐

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 酒井 一泰

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 河内 泰司

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100082500

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 足立 勉

 【電話番号】 052-231-7835

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007102

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004766

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 生体状態検出装置及びセンサ並びに生体状態検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 生体に対して、波長が異なるとともにその強度又は光量が異なる光を、それぞれ別個に照射する光照射手段と、

前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、

前記反射波受光手段によって受光された各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、

を備えたことを特徴とする生体状態検出装置。

【請求項 2】 前記異なる波長の光のうち、長波長側の光の強度又は光量を低減することを特徴とする前記請求項 1 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 3】 前記長波長側の光の反射光による信号と、短波長側の光の反射波による信号とを比較して、前記生体の状態を示す信号を抽出することを特徴とする前記請求項 2 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 4】 生体に対して、波長の異なる光を、それぞれ別個に照射する光照射手段と、

前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、

前記反射波受光手段によって受光された各反射光に対する感度を違い、異なる感度の信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、

を備えたことを特徴とする生体状態検出装置。

【請求項 5】 前記各反射光による信号を、それぞれ異なる増幅率で増幅し、該増幅された各反射光の信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする前記請求項 4 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 6】 前記異なる波長の光のうち、長波長側の光に対する感度を低減することを特徴とする前記請求項 4 又は 5 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 7】 前記長波長側の光の反射光による信号と、短波長側の光の反射波による信号とを比較して、前記生体の状態を示す信号を抽出することを特徴とする前記請求項 6 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 8】 前記波長が異なる光は、緑色光と赤外光とであることを特徴と

する前記請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の生体状態検出装置。

【請求項 9】 生体に対して、緑色光と赤外光とをそれぞれ照射する光照射手段と、

前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、

前記反射波受光手段によって受光された各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、

を備えたことを特徴とする生体状態検出装置。

【請求項 10】 前記緑色光の波長は、460nm～570nmの範囲であり、前記赤外光の波長は、780nm～1000nmの範囲であることを特徴とする前記請求項 8 又は 9 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 11】 前記赤外光の強度を前記緑色光の強度の 70%以下の範囲に低減したことを特徴とする前記請求項 8 ～ 10 のいずれかに記載の生体状態検出装置。

【請求項 12】 前記赤外光の反射波に対する感度を前記緑色光の反射波に対する感度の 70%以下の範囲に低減したことを特徴とする前記請求項 8 ～ 10 のいずれかに記載の生体状態検出装置。

【請求項 13】 前記各反射光による信号を周波数解析し、心拍に同期した脈拍成分及び／又は体動を示す体動成分を求めることを特徴とする前記請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載の生体状態検出装置。

【請求項 14】 前記脈拍成分として、脈拍数及び／又は脈拍間隔を求めることを特徴とする前記請求項 13 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 15】 前記光照射手段は、異なる波長の光を照射する 2 個の発光素子であり、前記反射光受光手段は、1 個以上の受光素子であることを特徴とする前記請求項 1 ～ 14 のいずれかに記載の生体状態検出装置。

【請求項 16】 前記 2 個の発光素子を交互に発光させ、それぞれの反射光を 1 個の受光素子で受光することを特徴とする前記請求項 15 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 17】 前記 2 個の発光素子の発光強度を変化させる駆動回路を備えたことを特徴とする前記請求項 15 又は 16 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 18】 前記 2 個の発光素子の発光に際して、その反射光を受光する感度を調節する検出回路を備えたことを特徴とする前記請求項 15 又は 16 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 19】 前記請求項 1 ～ 18 のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサにおいて、

前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、前記人体の皮膚から離すように引き下がり部を設けたことを特徴とするセンサ。

【請求項 20】 前記請求項 1 ～ 18 のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサにおいて、

前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、凹凸を設けたことを特徴とするセンサ。

【請求項 21】 前記請求項 1 ～ 18 のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサにおいて、

前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、透光性の柔軟な材料を配置したことを特徴とするセンサ。

【請求項 22】 生体に対して、波長が異なるとともにその強度又は光量が異なる光を、それぞれ別個に照射し、それぞれの反射光を受光し、該各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法。

【請求項 23】 生体に対して、波長の異なる光を、それぞれ別個に照射し、それぞれの反射光を受光するとともに、該各反射光に対する感度を違い、該異なる感度の信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法。

【請求項 2 4】 生体に対して、緑色光と赤外光とを、それぞれ照射し、それぞれの反射光を受光し、該各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、脈拍数等の生体の状態を検出する生体状態検出装置及びセンサ並びに生体状態検出方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年では、健康管理の用途で、日常生活やジョギング等の運動時において、心臓の拍動数（心拍数）をモニターするニーズが高まっている。この心拍数を検出するには、心拍に伴って発生する活動電位を胸部より計測して、即ち心電図を用いて、その振幅のピーク間隔時間から算出する方法が一般的である。

【0 0 0 3】

しかし、この方法は、電極を体に貼り付ける必要があり、その手順がわずらわしいので、最近では、より簡便な方法として、脈波を計測して脈拍数を検出する方法が考えられている。

前記脈波とは、心拍につれて起こる動脈内の圧力変動が、末梢動脈に波動として伝わったものであり、その脈波を計測する装置として、光学式脈波センサがある。

【0 0 0 4】

この光学式脈波センサは、血液中のヘモグロビンの光吸収特性を利用して、末梢動脈の血液の波動的な容積変化を計測するものであり、人体（指、腕、こめかみ等）に簡便に装着して脈波を計測することができるため、脈拍数を検出する装置として、今後も広く普及して行くと考えられる。

【0 0 0 5】

また、前記心拍数、脈拍数（拍／分）は、下記式（1）に示す様に、それぞれ 6 0 を心電波形、脈波波形の振幅のピーク間隔時間（秒）で割った値である。

心拍数、脈拍数（拍／分）＝ 6 0 ／振幅のピーク間隔時間（秒）・・・（1）

この心電波形と脈波波形の振幅のピーク位置は、図 1 0 に示す様に、通常、同期しており、心拍数と脈拍数は一致する。

【0 0 0 6】

しかし、日常生活や運動時において、脈波センサを装着した計測部位に体動が生ずると、末梢動脈の血流が乱れ、心拍とは無関係な脈波の振幅のピークが発生し、心拍数と脈拍数は一致しなくなる。こうなると、脈拍数を心拍数の代用として利用しようとする本来の目的は達成できない。

【0 0 0 7】

また、心拍とは無関係な脈波の振幅のピークは、心拍に同期する脈波の振幅のピークの発生周波数と近いという特性があるため、通常のノイズ除去に適用されるフィルタ処理では、対策が不可能である。

この対策として、運動ノイズセンサを用いて運動ノイズによる信号を検出し、運動ノイズと脈拍信号が重なった信号から運動ノイズを除去し、運動時でも正確な脈拍を検出しようとする技術が提案されている（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 8】

また、異なる波長の光を生体に照射し、それぞれで得られた信号を演算処理することにより、生体の体動波成分と血液脈動波成分を区別し、脈拍を正確に検出しようとする技術が提案されている（特許文献 2 参照）。

【0 0 0 9】

【特許文献 1】

特開平 7 - 2 9 9 0 4 4 号公報 （第 2 頁、図 1）

【特許文献 2】

特開平 7 - 0 8 8 0 9 2 号公報 （第 2 頁、図 1）

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特許文献 1 の技術では、運動ノイズセンサを用いて運動ノイズを検出しても、皮膚の表面反射など人体に関して発生するノイズには対応できないという問題があった。

【0011】

また、前記特許文献2の技術では、両信号に体動波成分と血液脈動波成分が含まれ、また、センサの装着状態や個人差によって、体動波成分と血液脈動波成分の関係は変化するため、同公報に記載の一意的な演算処理では脈拍を正確に求めることができないという問題があった。

本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、皮膚の表面反射、センサの装着状態、個人差等の影響を低減して、正確に脈拍等の生体の状態を検出することができる生体状態検出装置及びセンサ並びに生体状態検出方法を提供することにある。

【0012】**【課題を解決するための手段及び発明の効果】**

(1) 請求項1の発明は、生体に対して、波長が異なるとともにその強度又は光量が異なる光を、それぞれ別個に照射する光照射手段と、前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、前記反射波受光手段によって受光された各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、を備えたことを特徴とする生体状態検出装置を要旨とする。

【0013】

本発明では、波長が異なるだけでなくその強度又は光量も異なる光を人体に照射して、それぞれの反射光を受光する。つまり、波長と強度（又は光量）との様に異なる特性の光を人体に照射した場合には、照射した光の特性に応じて、反射光による信号の状態が大きく異なる。よって、各反射光による信号に基づいて、脈拍数等の生体の状態を求めることができる。

【0014】

(2) 請求項2の発明では、前記異なる波長の光のうち、長波長側の光（例えば赤外光）の強度又は光量を低減することを特徴とする。

人体に光を照射した場合には、その反射光による信号に、脈拍に同期した脈拍成分と体動を示す体動成分とが含まれるが、例えば赤外光の様な長波長側の光を照射した場合には、体動成分に比べて脈拍成分が極めて少ない。よって、長波長

側の光の強度又は光量を低減することにより、脈拍成分を無視できる程度に低減して、体動成分のみを容易に抽出することができる。

【0015】

(3) 請求項3の発明は、前記長波長側の光（例えば赤外光）の反射光による信号と、短波長側の光（例えば緑色光）の反射波による信号とを比較して、前記生体の状態を示す信号を抽出することを特徴とする。

短波長側の光を照射した場合には、長波長側に光を照射した場合と比べて、脈拍成分が明瞭に現れる。よって、長波長側の光を用いて体動成分のみを抽出でき、短波長側の光を用いて脈拍成分及び体動成分を抽出できるので、それぞれの光による成分を比較することにより、脈拍成分のみを抽出することができる。

【0016】

(4) 請求項4の発明は、生体に対して、波長の異なる光を、それぞれ別個に照射する光照射手段と、前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、前記反射波受光手段によって受光された各反射光に対する感度を違い、該異なる感度の信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、を備えたことを特徴とする生体状態検出装置を要旨とする。

【0017】

本発明では、照射する光の波長を異なるようにするだけでなく、その反射波に対する感度も異なるようにしている。つまり、異なる波長及び感度とした場合には、各反射光による信号が明らかに異なるので、各反射光による信号に基づいて、脈拍数等の生体の状態を求めることができる。

【0018】

(5) 請求項5の発明では、前記各反射光による信号を、それぞれ異なる増幅率で増幅し、該増幅された各反射光の信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする。

本発明は、感度を違える手法として、各反射波による信号の増幅率を違える手法を例示したものである。

【0019】

(6) 請求項6の発明では、前記異なる波長の光のうち、長波長側の光（例え

ば赤外光) に対する感度を低減することを特徴とする。

前記請求項 2 の発明にて説明したように、例えば赤外光の様な長波長側の光を照射した場合には、体動成分に比べて脈拍成分が極めて少ない。よって、長波長側の光の反射波に対する感度を低減することにより、脈拍成分を無視できる程度に低減して、体動成分のみを容易に抽出することができる。

【0020】

(7) 請求項 7 の発明では、前記長波長側の光 (例えば赤外光) の反射光による信号と、短波長側の光 (例えば緑色光) の反射波による信号とを比較して、前記生体の状態を示す信号を抽出することを特徴とする。

前記請求項 3 の発明にて説明したように、長波長側の光を用いて体動成分のみを抽出でき、短波長側の光を用いて脈拍成分及び体動成分を抽出できるので、それぞれの光による成分を比較することにより、脈拍成分のみを抽出することができる。

【0021】

(8) 請求項 8 の発明では、前記波長が異なる光は、緑色光と赤外光とであることを特徴とする。

本発明は、波長が異なる光を例示したものであり、ここでは、緑色光と赤外光と照射する例えば緑色 LED と赤外 LED を用いることができる。

【0022】

つまり、後の実施例にて詳述する様に、照射する光として、緑色光と赤外光とを用いることにより、脈拍成分を精度良く容易に抽出することができるので、脈拍数、脈拍間隔を精度良く求めることができる。また、赤外光を用いることにより、体動成分も容易に抽出することができる。

【0023】

(9) 請求項 9 の発明は、生体に対して、緑色光と赤外光とをそれぞれ照射する光照射手段と、前記光照射手段から照射された各光の反射光を受光する反射波受光手段と、前記反射波受光手段によって受光された各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求める生体状態検出手段と、を備えたことを特徴とする生体状態検出装置を要旨とする。

【0024】

本発明では、波長が異なる緑色光と赤外光とを照射して、それぞれの反射光を受光する。また、緑色光の反射光による信号には、脈拍成分と体動成分とが明瞭に検出され、一方、それより波長の長い赤外光の反射光には、体動成分はあるが脈拍成分は殆ど無い。従って、各反射光による信号を比較することにより、脈拍成分で示される脈拍数等の生体の状態を求めることができる。

【0025】

(10) 請求項10の発明では、前記緑色光の波長は、460nm～570nmの範囲（好ましくは520nm）であり、前記赤外光の波長は、780nm～1000nmの範囲（好ましくは940nm）であることを特徴とする。

本発明は、生体の状態の検出に用いる緑色光及び赤外光の波長の範囲を例示したものである。この波長の光を用いることにより、脈拍成分や体動成分を精度良く容易に抽出できるので、脈拍数や脈拍間隔を精度良く容易に求めることができる。

【0026】

(11) 請求項11の発明では、前記赤外光の強度を前記緑色光の強度の70%以下の範囲（好ましくは20%）に低減したことを特徴とする。

本発明は、赤外光の強度をどの程度低減するかを例示したものであり、この範囲で低減することにより、脈拍成分や体動成分を精度良く容易に抽出できるので、脈拍数や脈拍間隔を精度良く容易に求めることができる。

【0027】

(12) 請求項12の発明では、前記赤外光の反射波に対する感度（例えば増幅率）を前記緑色光の反射波に対する感度の70%以下の範囲（好ましくは20%）に低減したことを特徴とする。

本発明は、赤外光に対する感度をどの程度低減するかを例示したものであり、この範囲で低減することにより、脈拍成分や体動成分を精度良く容易に抽出できるので、脈拍数や脈拍間隔を精度良く容易に求めることができる。

【0028】

(13) 請求項13の発明では、前記各反射光による信号を周波数解析し、心

拍に同期した脈拍成分及び／又は体動を示す体動成分を求めることを特徴とする。

各反射波による信号（検出信号）を、周波数解析することにより、検出信号の周波数特性が得られるが、照射した光の特性や受信感度が異なると、異なる周波数特性が得られる。例えば、脈拍成分に対応したピークや体動成分に対応したピークが異なるものが得られる。従って、各反射波による信号を周波数解析した結果を比較することにより、脈拍成分や体動成分を抽出することが可能である。

【0029】

（14）請求項14の発明では、前記脈拍成分として、脈拍数及び／又は脈拍間隔を求めることを特徴とする。

本発明は、脈拍成分から脈拍数や脈拍間隔を求めることを例示している。例えば脈拍成分のピークの周波数（例えば何Hz）が分かれば、1分間の拍動数である脈拍数、更には脈拍間隔が分かる。

【0030】

（15）請求項15の発明では、前記光照射手段は、異なる波長の光を照射する2個の発光素子であり、前記反射光受光手段は、1個以上の受光素子であることを特徴とする。

本発明は、光照射手段と反射光受光手段とを例示したものであり、この様な簡易な構成で、生体の状態を把握することができる。

【0031】

（16）請求項16の発明では、前記2個の発光素子を交互に発光させ、それぞれの反射光を1個の受光素子で受光することを特徴とする。

本発明は、光照射手段と反射光受光手段とを例示したものであり、1個の受光素子のみで済むので、一層構成を簡易化できるという利点がある。

【0032】

（17）請求項17の発明では、前記2個の発光素子の発光強度を変化させる駆動回路を備えたことを特徴とする。

本発明は、駆動回路により発光強度を変化させる構成を例示したものである。

（18）請求項18の発明では、前記2個の発光素子の発光に際して、その反

射光を受光する感度を調節する検出回路を備えたことを特徴とする。

【0033】

本発明は、検出回路により受光する際の感度を調節する構成を例示したものである。

(19) 請求項19の発明は、前記請求項1～18のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサ（例えば脈波センサ）において、前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、前記人体の皮膚から離すように引き下がり部を設けたことを特徴とするセンサを要旨とする。

【0034】

本発明では、長波長の光（例えば赤外光）を照射する側の窓部の外側及び／又は長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、人体の皮膚から離すように引き下がり部（隙間となる部分）を設けるので、窓部の外側に皮膚が密着している箇所と比べて、皮膚の動きが容易になる。よって、例えば赤外光を用いた場合に、体動の変化を検出する能力が高いという効果がある。

【0035】

(20) 請求項20の発明は、前記請求項1～18のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサ（例えば脈波センサ）において、前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、凹凸を設けたことを特徴とするセンサを要旨とする。

【0036】

本発明では、長波長の光（例えば赤外光）を照射する側の窓部の外側及び／又は長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、凹凸を設けるので、窓部の外側に皮膚が密着している箇所と比べて、皮膚の動きが容易になる。よって、例えば赤外光を用いた場合に、体動の変化を検出する能力が高いという効果がある

。

【 0 0 3 7 】

(2 1) 請求項 2 1 の発明は、前記請求項 1 ～ 1 8 のいずれかに記載の光照射手段及び反射波受光手段を筐体内に収容したセンサ（例えば脈波センサ）において、前記光照射手段及び前記反射波受光手段の各光の照射側及び受光側に、各光及びその反射光が透過する窓部を備えるとともに、前記長波長の光を照射する側の窓部の外側及び／又は前記長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、透光性の柔軟な材料を配置したことを特徴とするセンサを要旨とする。

【 0 0 3 8 】

本発明では、長波長の光（例えば赤外光）を照射する側の窓部の外側及び／又は長波長の光の反射波を受光する側の窓部の外側に、透光性の柔軟な材料からなる部材を配置するので、硬質の窓部の外側に皮膚が密着している箇所と比べて、皮膚の動きが容易になる。よって、例えば赤外光を用いた場合に、体動の変化を検出する能力が高いという効果がある。

【 0 0 3 9 】

(2 2) 請求項 2 2 の発明は、生体に対して、波長が異なるとともにその強度又は光量が異なる光を、それぞれ別個に照射し、それぞれの反射光を受光し、該各反射光による信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法を要旨とする。

【 0 0 4 0 】

本発明は、前記請求項 1 と同様な作用効果を奏する。

(2 3) 請求項 2 3 の発明は、生体に対して、波長の異なる光を、それぞれ別個に照射し、それぞれの反射光を受光するとともに、該各反射光に対する感度を違い、該異なる感度の信号に基づいて、前記生体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法を要旨とする。

【 0 0 4 1 】

本発明は、前記請求項 4 と同様な作用効果を奏する。

(2 4) 請求項 2 4 の発明は、生体に対して、緑色光と赤外光とを、それぞれ照射し、それぞれの反射光を受光し、該各反射光による信号に基づいて、前記生

体の状態を求めることを特徴とする生体状態検出方法を要旨とする。

【0042】

本発明は、前記請求項9と同様な作用効果を奏する。

尚、脈波センサを用いて、脈波を検出する場合には、その測定部位として、腕（手首甲、上腕）、額、こめかみ等が、装着性に優れており、脈波を好適に検出することができる

【0043】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の生体状態検出装置及びセンサ並びに生体状態検出方法の実施の形態の例（実施例）について、図面に基づいて説明する。

（実施例1）

ここでは、本発明の生体状態検出方法を実施する生体状態検出装置として、脈波検出方法を実施する（脈波センサを備えた）脈波検出装置を例に挙げて説明する。

【0044】

a) まず、本実施例の脈波検出方法を実施する脈波検出装置を、図1に基づいて説明する。

図1に示す様に、本実施例の脈波検出装置1は、人体の脈拍数を検出する装置であり、主として、データ処理装置3と、データ処理装置3に接続された脈波センサ5及び駆動回路7とから構成されている。

【0045】

このうち、前記データ処理装置3は、脈波センサ5から得られた信号を増幅する検出回路11と、検出回路11からの信号をA/D変換するADC13と、ADC13からのデジタル信号を処理して脈波数の検出等の各種の演算処理を行うマイクロコンピュータ15とを備えている。

【0046】

前記脈波センサ5は、後に詳述するように、発光素子として、赤外LED17と緑色LED19を備えるとともに、受光素子として、フォトダイオード（PD）21を備えている。

前記駆動回路 7 は、赤外 LED 17 と緑色 LED 19 とに対して、それぞれ異なるタイミングで赤外光又は緑色光を照射させるための駆動信号を出力する。

【0047】

尚、データ処理装置 3 と駆動回路 7 とは、脈波検出装置本体 9 の筐体内に収容されている。

b) 次に、前記脈波センサ 5 について、更に詳細に説明する。

前記脈波センサ 5 は、図 2 に示す様に、人体の腕等に、約 940 nm の波長の赤外光を照射する赤外 LED 17 と、約 520 nm の緑色光を照射する緑色 LED 19 と、人体に照射された赤外光又は緑色光の反射光をそれぞれ受光する PD 21 とを備える光学式反射型センサである。

【0048】

この赤外 LED 17、緑色 LED 19、PD 21 は、それぞれ脈波センサ 5 の筐体 23 の底部 25 に、PD 21 を挟んで左右に赤外 LED 17 と緑色 LED 19 とが位置するように並列して配置され、透明な樹脂製の窓 27 を介して、赤外光又は緑色光を人体に対して照射できるようにされている。

【0049】

前記脈波センサ 5 では、赤外 LED 17 又は緑色 LED 19 から人体に向かって光が照射されると、光の一部が人体の内部を通る小・細動脈（毛細動脈）にあたって、毛細動脈を流れる血液中のヘモグロビンに吸収され、残りの光が毛細動脈で反射して散乱し、その一部が受光素子である PD 21 に入射する。この時、血液の脈動により毛細動脈にあるヘモグロビンの量が波動的に変化するので、ヘモグロビンに吸収される光も波動的に変化する。また、血管径の変化によっても、ヘモグロビンの量が変化する。その結果、毛細動脈で反射して PD 21 で検出される受光量が変化し、その受光量の変化を脈波情報（例えば電圧信号）としてデータ処理装置 3 に出力する。

【0050】

従って、データ処理装置 3 に入力した（赤外 LED 17 又は緑色 LED 19 から照射された光の反射波に対応した）信号（以下検出信号と記す）を用いることにより、後述する様にして、脈拍数等の生体の状態を求めることができる。

尚、図 1 及び図 2 では、毛細動脈に照射されて反射する光を点線で示し、皮膚の表面で反射する光を実線で示している。

【0051】

c) 次に、本実施例における脈波検出の原理について説明する。

図 3 に、データ処理装置 3 に入力した検出信号を示すが、この検出信号には、毛細動脈に当たって反射した脈波を示す信号（脈波成分）と、皮膚表面又は毛細動脈以外で反射した反射波の成分（反射波成分）との両成分が含まれている。

【0052】

また、図 4 に示す様に、前記検出信号を周波数解析することにより、その周波数成分が得られるが、この検出信号を周波数領域で考えると、検出信号には、心拍に同期する脈拍成分と、体動を示す（同期する）体動成分と、（体動成分を除いた反射波成分である）概ね直流成分とが、共に現れる。

【0053】

このうち、直流成分は、脈拍成分や体動成分とは大きく異なり、検出回路 11 などでカットされる（例えば所定の周波数以下をカットするフィルタによりカットされる）ので、以下の説明では省略する。

また、心拍に同期する脈拍成分は脈波に乗り、体動を示す体動成分は脈波と反射波に乗るという特徴がある。

【0054】

一方、図 5（a）に示す様に、緑色 LED 19 を用いた計測において、脈拍成分（実線）と体動成分（点線）とのパワーの比率は、概ね 1：5 であるが、図 5（b）に示す様に、赤外 LED 17 を用いた計測において、脈拍成分（実線）と体動成分（点線）とのパワーの比率は、概ね 1：50 ほどである。

【0055】

この緑色 LED 19 と赤外 LED 17 を用いた場合の特性を踏まえて、本実施例では、赤外 LED 17 の赤外光の強度を、緑色 LED 19 の緑色光の強度に比べて、十分小さくしている。ここでは、赤外 LED 17 の光の強度を、緑色 LED 19 の光の強度より、約 1/5 と小さくする。

【0056】

この光の強度の調節は、赤外LED17に加える印加電圧を小さくすることにより実現できるが、これ以外に、赤外LED17として光の強度が小さな定格のLEDを使用することによっても実現できる。

そして、上述した光の強度の調節によって、赤外光の反射波における脈拍成分は、S（シグナル）／N（ノイズ）の関係でNに埋もれてしまい、実質的に検出されなくなるので、体動成分のみが検出されることになる。尚、赤外LED17の光の強度を、緑色LED19の光の強度より、約1／5と小さくすると、体動成分のみの抽出が容易であるので好適である。

【0057】

よって、緑色LED19の反射波の（脈拍成分と体動成分を含む）周波数成分から、赤外LED17の反射波の（体動成分のみを含む）周波数成分とを比較することにより、脈拍成分のみを抽出することができる。

d) 次に、本実施例における脈波検出の処理手順について、図6に基づいて説明する。

【0058】

図6に示す様に、まず、ステップ100では、（マイクロコンピュータ15からの制御信号を受けた）駆動回路7により、緑色LED19を1回発光させる。そして、その反射光をPD21にて受光し、PD21からの（緑色光に対応した）信号を検出回路11にて増幅し、ADC13を介して、マイクロコンピュータ15に入力する。

【0059】

続くステップ110では、同様に、緑色LED19の発光後、赤外LED17を1回発光させる。そして、その反射光をPD21にて受光し、PD21からの（赤外光に対応した）信号を検出回路11にて増幅し、ADC13を介して、マイクロコンピュータ15に入力する。

【0060】

つまり、緑色LED19の発光と赤外LED17の発光とを、サンプリング間隔の50msec毎に1回ずつ交互に発光させるのである（即ち20Hz毎に発光させる）。これにより、緑色光と赤外光とが同時にPD21に受光されないように

する。

【0061】

特に、赤外LED17の光の強度を、緑色LED19の光の強度より、約1/5と十分に小さくする。ここでは、赤外LED17に加える印加電圧を小さくする。

続くステップ120では、後述する周波数解析に必要なデータが得られるように、一定時間（約25秒）待機し、一定時間経過後に、ステップ130に進む。つまり、過去25秒間の検出信号のデータを周波数解析することにより脈拍成分や体動成分の周波数を求めるので、ここでは、そのためのデータを蓄積するのである。

【0062】

ステップ130では、前記緑色LED19又は赤外LED17を用いて得られた各検出信号の周波数解析を行う。

即ち、各検出信号の時系列データに対して周知の高速フーリエ変換（FFT）等の周波数解析を実施する。これによって、前記図5に示すような周波数のピーク等のデータが得られる。

【0063】

続くステップ140では、図5（a）に示す様に、緑色光に対する（脈拍成分と体動成分を含む）周波数解析結果には有って、図5（b）に示す様に、赤外光に対する（体動成分のみを含む）周波数解析結果に無い周波数、即ち脈拍成分を抽出する。

【0064】

具体的には、緑色光に対する周波数解析結果から、赤外光に対する周波数解析結果にあるピークの周波数をカットし、残る周波数帯のピークを脈拍成分として抽出する。

続くステップ150では、抽出したピークの周波数を脈拍数に換算して、図示しない液晶等のディスプレイに表示する。

【0065】

具体的には、抽出した周波数に60秒をかけて脈波数を算出する。例えば周波

数が 1 [H z] の場合には、脈拍数は、 $1 \text{ [H z]} \times 60 \text{ [秒]} = 60 \text{ [拍/分]}$ となる。また、脈拍間隔も、抽出した周波数の逆数を取ることで算出できる。

【0066】

続くステップ 160 では、体動成分のみを含む赤外光に対する周波数解析結果から、そのピークの周波数を体動成分に換算して、同様にディスプレイに表示し、一旦本処理を終了する。

具体的には、得られた周波数に 60 秒をかけて体動の回数を算出する。

【0067】

e) ここで、実際に脈波センサ 5 を人体に装着して運動した場合における検出信号の状態（従って周波数の変化の状態）を、図 7 に示す。

図 7 (a) に示す様に、緑色 LED 19 を用いて得られた検出信号を周波数解析した結果、体動成分（点線）と脈拍成分（実線）とによる異なるピークが連続して変化していることが分かる。

【0068】

一方、図 7 (b) に示す様に、赤外 LED 17 を用いて得られた検出信号を周波数解析した結果、体動成分（実線）のみのピークが連続して変化していることが分かる。

従って、このグラフからも、緑色 LED 19 の反射波の（脈拍成分と体動成分を含む）周波数成分から、赤外 LED 17 の反射波の（体動成分のみを含む）周波数成分とを比較することにより、脈拍成分のみを抽出して、脈拍数を算出することができること、更には、体動成分も抽出できることが分かる。

【0069】

この様に、本実施例では、人体に対して、発光タイミングを切り替えて、赤外 LED 17 からの赤外光の照射と緑色 LED 19 からの緑色光の照射とを交互に行うとともに、赤外光の強度を緑色光の強度の $1/5$ 程度に低減している。そして、各照射光の反射光を受光し、その反射光による信号を周波数解析して、脈拍成分と体動成分とを抽出している。

【0070】

このとき、赤外光の反射光の周波数解析の結果には、実質的に体動成分しか現れず、また、緑色光の反射光の周波数解析の結果には、脈拍成分と体動成分とが現れるので、両周波数解析の結果を比較することにより、脈拍成分のみを抽出することができる。

【0071】

そして、脈拍成分から脈拍数や脈拍間隔を求めることができ、体動成分から体動の回数等を求めることができる。

尚、本実施例では、赤外LED17の光の強度を低減するように調節する場合を例に挙げたが、例えば照射する光量の少ない赤外LEDを採用するなどの方法により、赤外LED17の光量を低減するようにしても、同様な効果が得られる。

【0072】

(実施例2)

次に実施例2の脈波検出装置について説明するが、前記実施例1と同様な箇所の説明は省略する。

本実施例では、赤外LED17及び緑色LED19から同じ強度の光を照射する。そして、照射された光の反射光をPD21にて受光し、検出回路11にて増幅するが、その増幅率（即ち感度）が赤外LED17と緑色LED19とで異なるように調整する。

【0073】

具体的には、赤外光の反射光による信号の増幅率を、緑色光の反射光による信号の増幅率より十分に小さく（好ましくは1/5程度に）設定する。

これにより、前記実施例1と同様に、赤外LED17を発光させる場合には、その検出信号における脈拍成分は、S/Nの関係でNに埋もれて検出されないため、体動成分のみが検出される。よって、同様にして、脈拍成分（即ち脈拍数）や体動成分を求めることができる。

【0074】

(実施例3)

次に実施例3の脈波検出装置について説明するが、前記実施例1と同様な箇所

の説明は省略する。

本実施例では、赤外LED17及び緑色LED19から同じ強度の光を照射するとともに、同じ感度で検出信号を増幅する。

【0075】

つまり、緑色LED17を用いた場合には、例えば従来の赤外LEDよりS/Nが大きいので、赤外LED17及び緑色LED19の各検出信号を比較することにより、体動成分のみを抽出することが可能である。

例えば赤外LED17を用いた場合には、その検出信号の周波数解析の結果において、脈拍成分に対するピークのパワーは小さいので、所定パワー以下の周波数をカットすることにより、体動成分のみを抽出し、更に、前記実施例1と同様に、心拍成分を抽出することができる。

【0076】

(実施例4)

次に実施例4の脈波検出装置について説明するが、前記実施例1と同様な箇所の説明は省略する。

本実施例では、図8(a)に示す様に、脈波センサ31は、前記実施例1と同様に、赤外LED33、緑色LED35、PD37を備えるが、特に、赤外LED33の上部の窓(即ち透明の樹脂製の窓部材)39の一部が切り欠かれて、引き下がり部に相当する凹部41が形成されている。

【0077】

つまり、この凹部41により、窓39の上面43は人体に直接接触しないようにされているので、皮膚の表面は体動に伴って揺れやすくなり、体動を強調して検出することができる。

よって、赤外LED33の強度(又は光量)を小さくでき、消費電力を節約することができる。

【0078】

尚、これとは別に、図示しないが、赤外LEDの上部の窓に凹凸を設けてよい。この方法でも、体動を強調して取り出すことができる。

(実施例5)

次に実施例 5 の脈波検出装置について説明するが、前記実施例 1 と同様な箇所の説明は省略する。

【0079】

本実施例では、図 8 (b) に示す様に、脈波センサ 51 は、前記実施例 4 と同様に、赤外 LED 53、緑色 LED 55、PD 57 を備え、赤外 LED 53 の上部の窓 59 の一部が切り欠かれて、凹部 61 が形成されている。

特に本実施例では、この凹部 61 に、透明で柔軟な材料（例えばゲル状のシリコン）からなる表面層 63 が配置されている。

【0080】

よって、本実施例においても、皮膚の表面は体動に伴って揺れやすくなり、体動を強調して検出することができるので、赤外 LED 53 の強度（又は光量）を小さくでき、消費電力を節約することができる。

（実施例 6）

次に実施例 6 の脈波検出装置について説明するが、前記実施例 1 と同様な箇所の説明は省略する。

【0081】

図 9 に示す様に、本実施例の脈波センサ 71 は、2 対の素子を備えている。

具体的には、赤外 LED 73 と、その反射光を受光する赤外用 PD 75 と、緑色 LED 77 と、その反射光を受光する緑色用 PD 79 とを備えている。

そして、各素子対の領域を遮蔽して分離するために、各素子対の間には、光を通さない材料からなる分離壁 81 が設けられている。

【0082】

本実施例は、前記実施例 1 と同様な効果を奏するとともに、各素子対は光学的に分離されているので、赤外 LED 73 及び緑色 LED 77 から同時に光を照射することができる。

よって、処理時間を節約できるという利点がある。

【0083】

尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

(1) 例えば、前記実施例では、脈波検出装置について述べたが、脈拍成分や体動成分を抽出する処理等に関しては、上述したアルゴリズムに基づく処理を実行させるプログラムやそのプログラムを記憶している記録媒体にも適用できる。

【0084】

この記録媒体としては、マイクロコンピュータとして構成される電子制御装置、マイクロチップ、フレキシブルディスク、ハードディスク、DVD、光ディスク等の各種の記録媒体が挙げられる。つまり、上述した脈波検出装置の処理を実行させることができるプログラムを記憶したものであれば、特に限定はない。

【0085】

尚、前記プログラムは、単に記録媒体に記憶されたものに限定されることなく、例えばインターネットなどの通信ラインにて送受信されるプログラムにも適用される。

(2) また、前記脈波検出装置は、脈波センサから得られた信号を、すぐそばにあるデータ処理装置に直接に入力する場合だけでなく、脈波センサからの得られたデータを例えばパソコン等の装置に入力し、そのデータを例えばインターネット等を利用して遠隔地にあるデータ処理装置に送信にして、脈拍成分（従って脈拍数）や体動成分を測定する場合に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の脈波検出装置の主要な構成を示す説明図である。

【図2】 実施例1の脈波センサの使用方法等を示す説明図である。

【図3】 実施例1の脈波センサによって得られる検出信号を示すグラフである。

【図4】 実施例1の検出信号の周波数解析の結果を模式的に示すグラフである。

【図5】 実施例1の検出信号の周波数解析の結果を模式的に示すグラフであり、(a)は緑色光に関する周波数解析結果を示すグラフ、(b)は赤外光に関する周波数解析結果を示すグラフである。

【図6】 実施例1の脈波検出処理を示すフローチャートである。

【図7】 実際の検出信号の周波数解析の結果を示すグラフであり、(a)は

緑色光に関する周波数解析結果を示すグラフ、(b)は赤外光に関する周波数解析結果を示すグラフである。

【図8】 (a)は実施例4の脈波センサを示す説明図、(b)は実施例5の脈波センサを示す説明図である。

【図9】 実施例6の脈波センサを示す説明図である。

【図10】 従来技術の説明図である。

【符号の説明】

1…脈波検出装置

3…データ処理装置部

5、31、51、71…脈波センサ

7…駆動回路

17、33、55、73…赤外LED

19、35、57、77…緑色LED

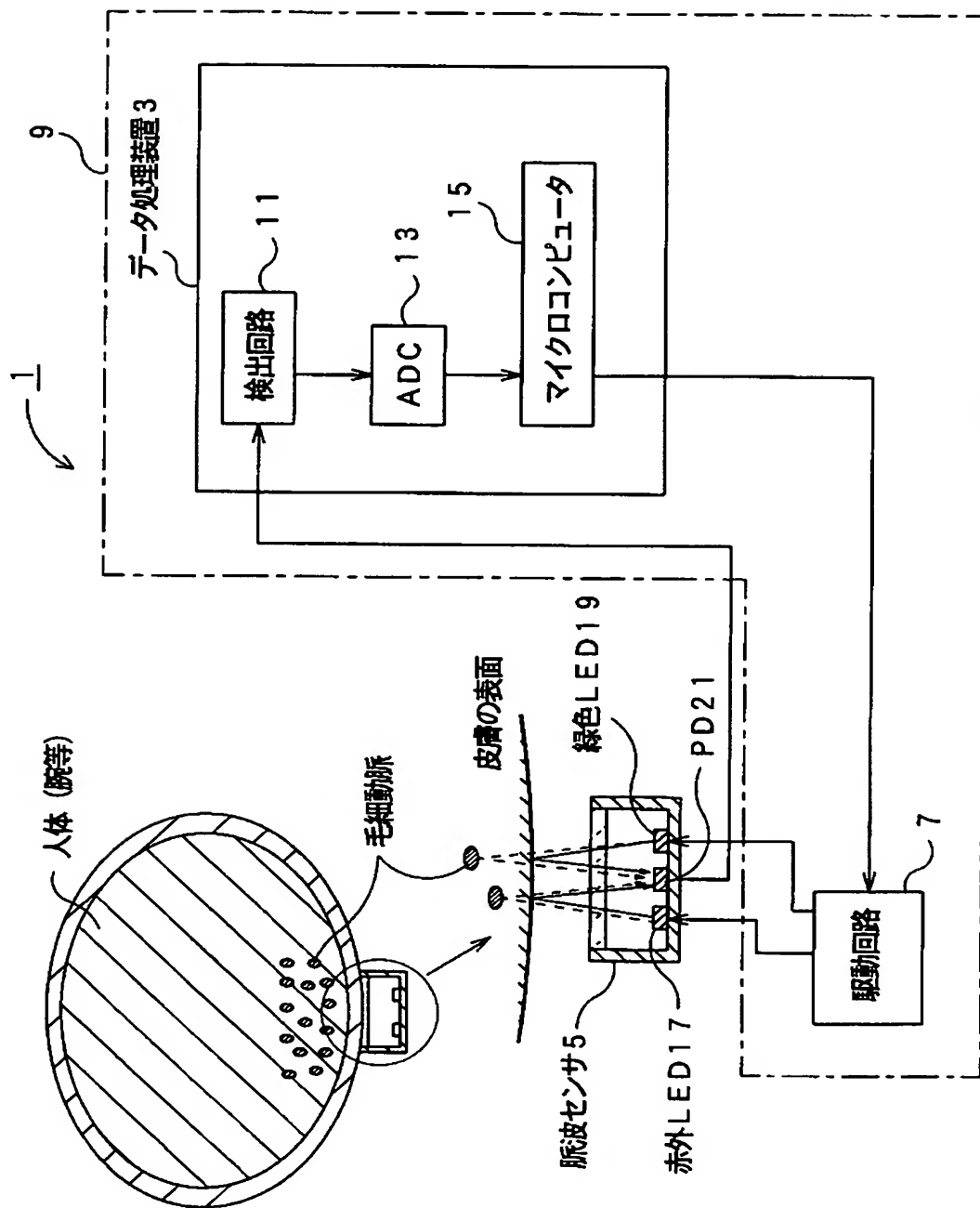
21、37、59、75、79…フォトダイオード(PD)

27…窓

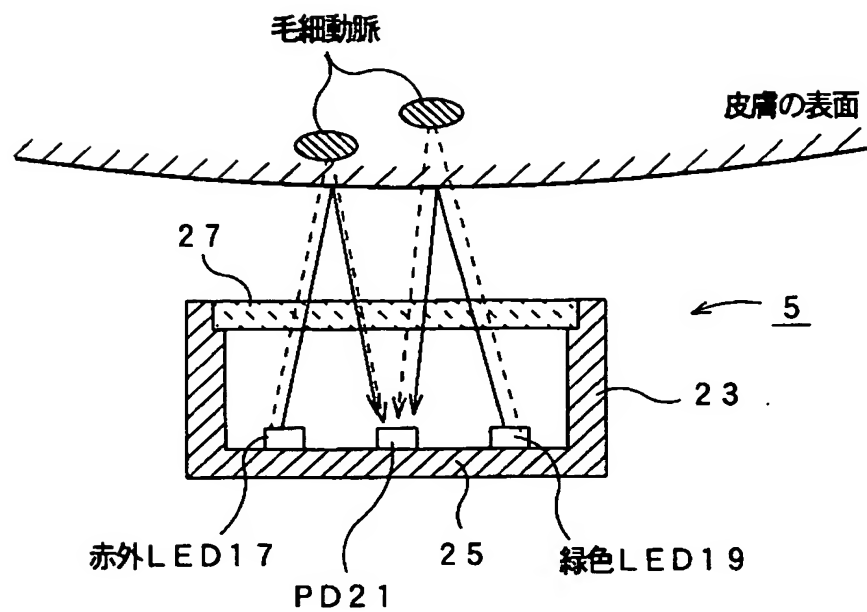
【書類名】

図面

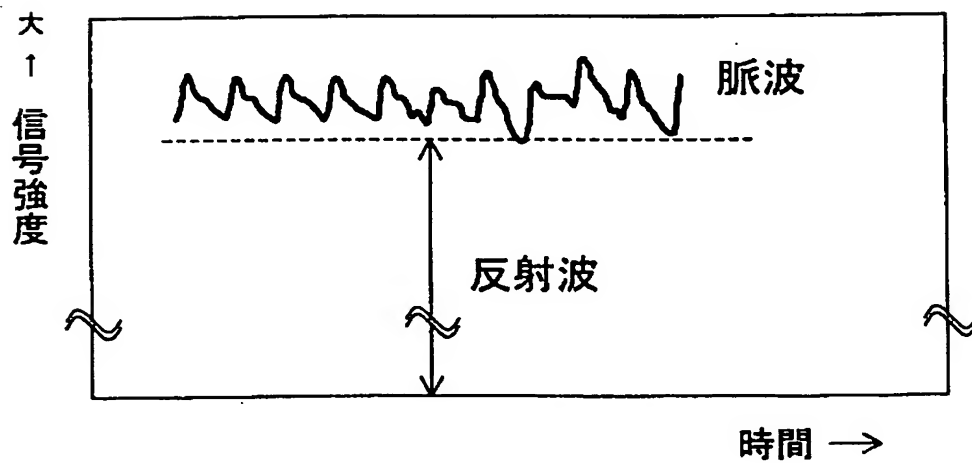
【図 1】



【図 2】

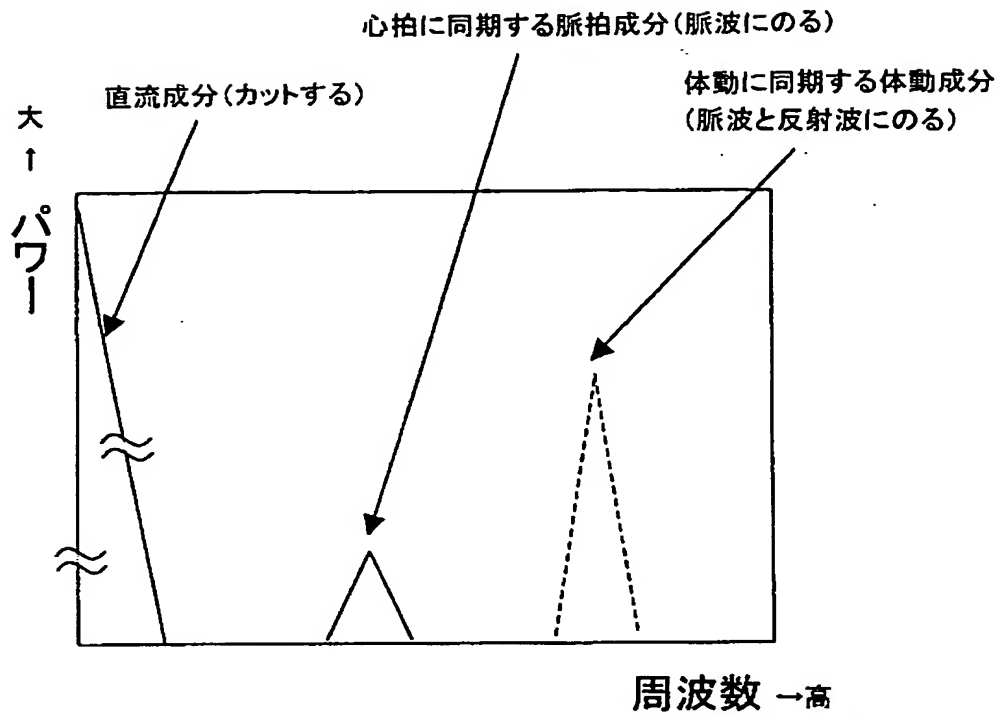


【図 3】



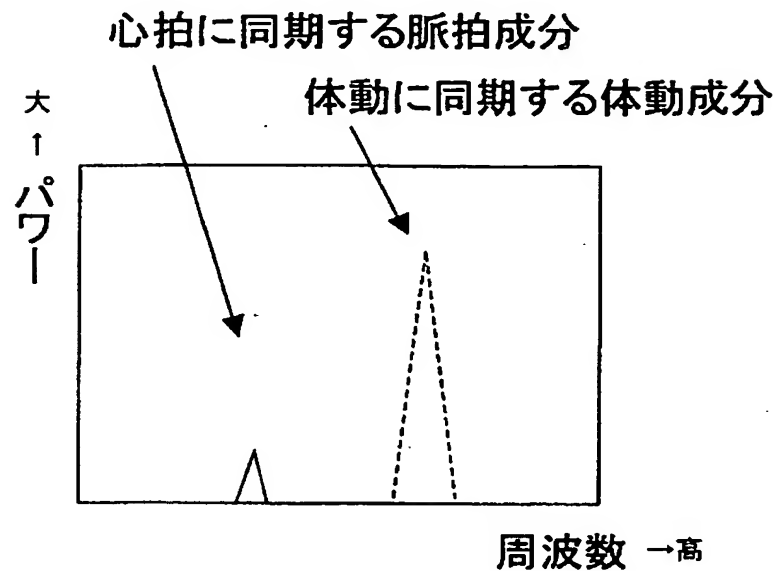
【図 4】

計測される信号の周波数解析結果

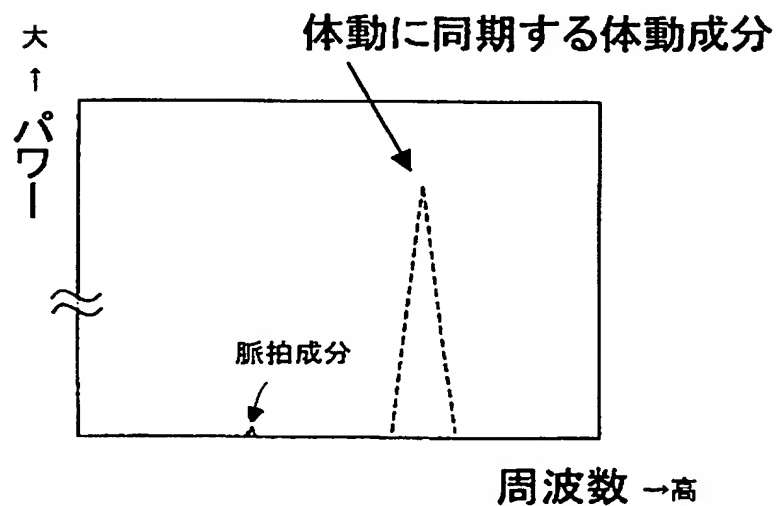


【図 5】

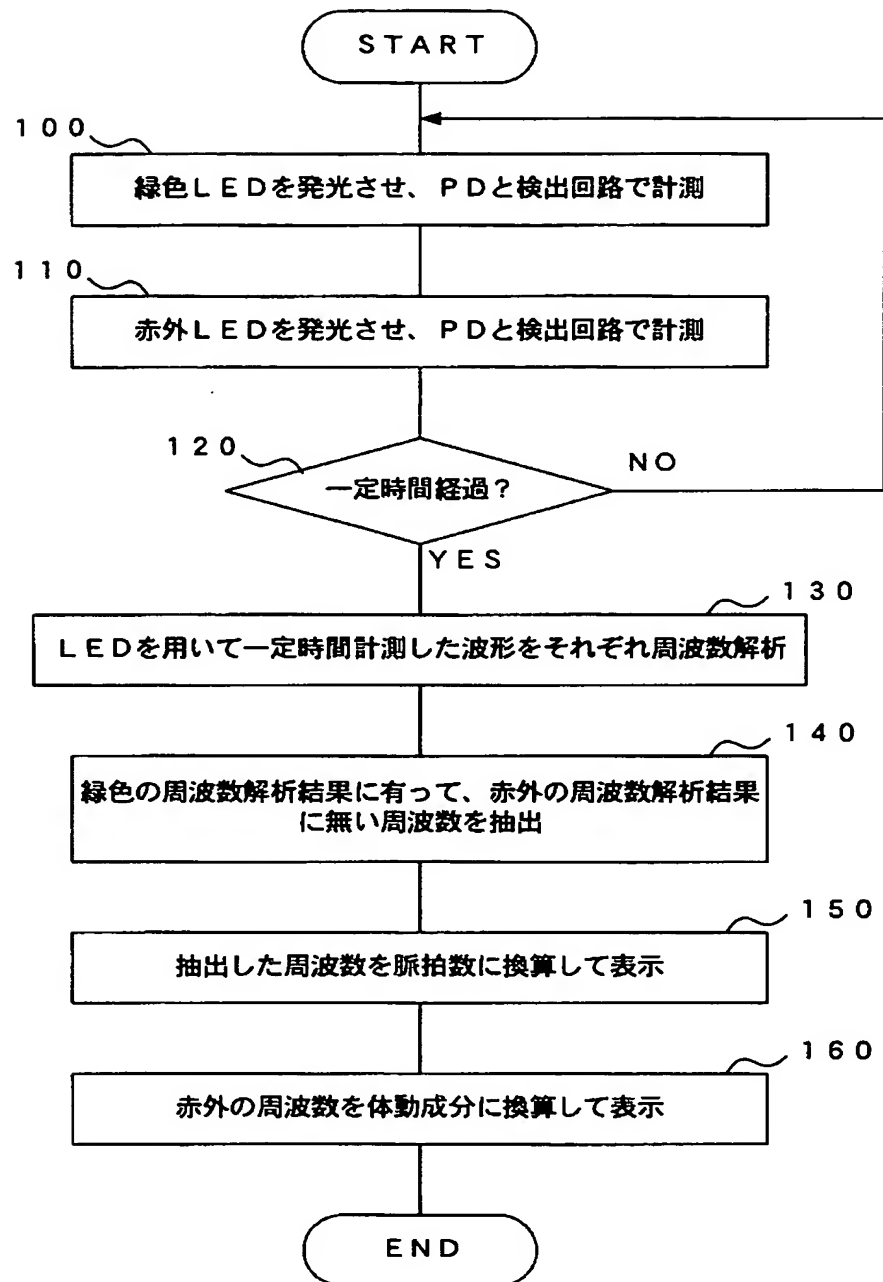
(a) 緑色LEDを発光させ、PDと検出回路で計測



(b) 赤外LEDを発光させ、PDと検出回路で計測

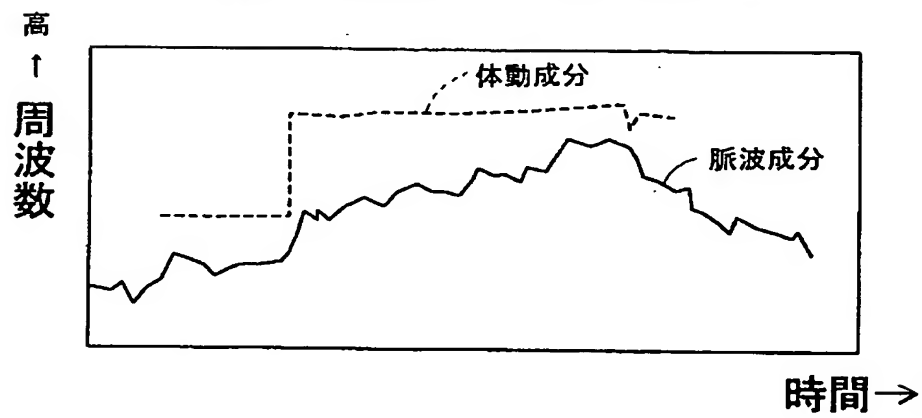


【図 6】

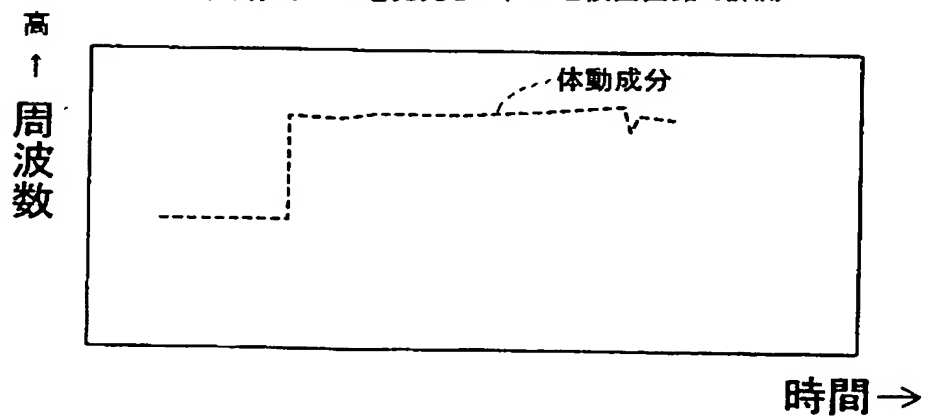


【図 7】

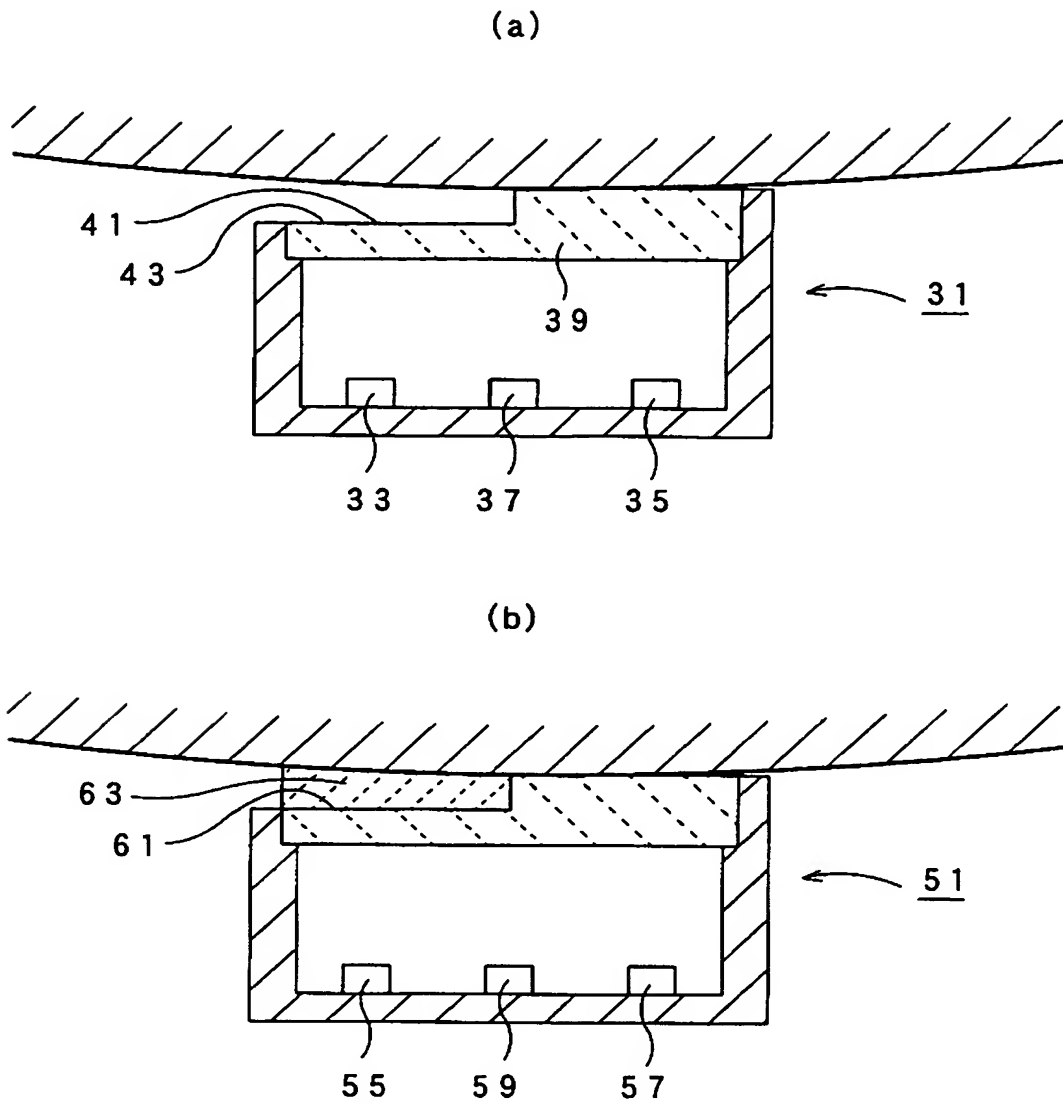
(a) 緑色LEDを発光させ、PDと検出回路で計測



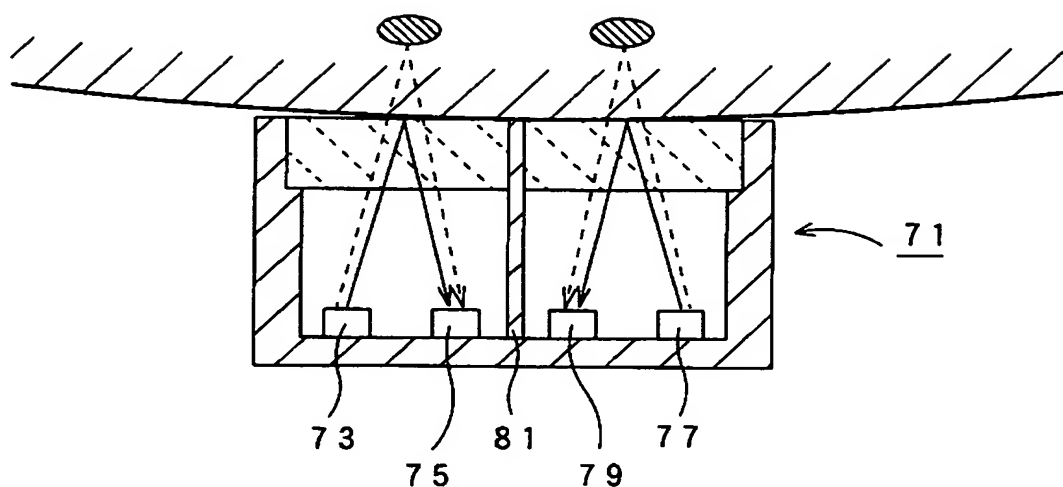
(b) 赤外LEDを発光させ、PDと検出回路で計測



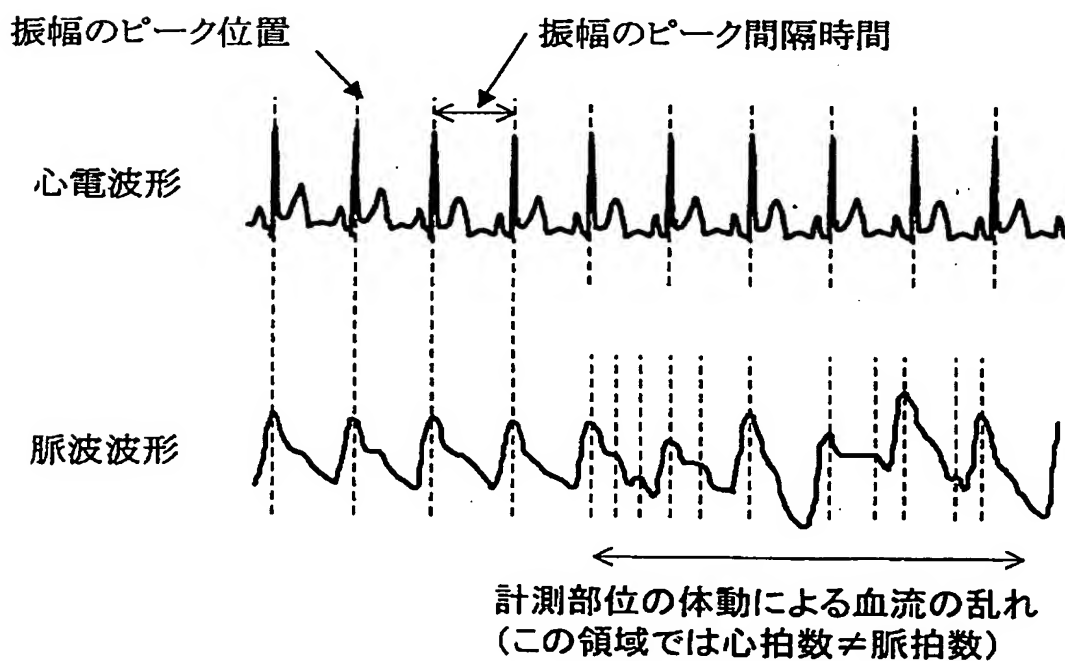
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 皮膚の表面反射、センサの装着状態、個人差等の影響を低減して、正確に脈拍等の生体の状態を検出することができる生体状態検出装置及びセンサ及び生体状態検出方法を提供すること。

【解決手段】 ステップ°100では、緑色LED19を発光させる。ステップ°110では、赤外LED17を発光させる。つまり、緑色LED19の発光と赤外LED17の発光とを、サンプリング間隔毎に1回ずつ交互に発光させる。また、赤外LED17の光の強度を緑色LED19の光の強度より十分に小さくする。ステップ°120では、一定時間待機する。ステップ°130では、各検出信号の周波数解析を行う。ステップ°140では、緑色光に対する周波数解析結果には有って、赤外光に対する周波数解析結果に無い（脈拍成分に対応する）周波数を抽出する。ステップ°150では、抽出したピークの周波数を脈拍数に換算する。

【選択図】 図6

特願 2 0 0 3 - 0 5 4 5 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー